

## METHOD OF HYDROFORMING TUBULAR MEMBERS

**Publication number:** DE69906093 (T2)

**Publication date:** 2003-09-11

**Inventor(s):** LOTSPAIIH R [US]; BIRTCH R [US]

**Applicant(s):** R J TOWER CORP [US]

**Classification:**






- **international:** *B21D26/02; B21D51/10; B21D51/16; B21D53/88; B21D26/00; B21D51/00; B21D51/16; B21D53/00;* (IPC1-7): B21D26/02; B21C37/08; B21D53/88

- **European:** B21D26/02H; B21D51/10

**Application number:** DE19996006093T 19990819

**Priority number(s):** US19980139821 19980825; WO1999US18890 19990819

**Also published as:**

 WO0010748 (A1)  
 US6216509 (B1)  
 MXPA01002003 (A)  
 JP2002523239 (T)  
 EP1109636 (A1)

more >>

Abstract not available for DE 69906093 (T2)

Abstract of corresponding document: **WO 0010748 (A1)**

Tubular members (10) for use in vehicle frames are easily and economically produced using a hydroforming process in which a high pressure fluid is presented to the interior of a tubular member (10), thus causing the tube to expand to meet the interior walls of a forming die (35). Tubular members (10) can be formed having significant variations in their circumference, diameter along their lengths, or gage along their lengths by using a stamped blank (15) having a predetermined shape which is formed into a preformed tube (25) which roughly mirrors the shape of the desired finished tubular member (10).



---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑨⑦ **EP 1 109 636 B 1**

⑩ **DE 699 06 093 T 2**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 21 D 26/02**  
B 21 C 37/08  
B 21 D 53/88

- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| ⑳ | Deutsches Aktenzeichen:                               | 699 06 093.1   |
| ㉑ | PCT-Aktenzeichen:                                     | PCT/US99/18890 |
| ㉒ | Europäisches Aktenzeichen:                            | 99 951 378.1   |
| ㉓ | PCT-Veröffentlichungs-Nr.:                            | WO 00/10748    |
| ㉔ | PCT-Anmeldetag:                                       | 19. 8. 1999    |
| ㉕ | Veröffentlichungstag<br>der PCT-Anmeldung:            | 2. 3. 2000     |
| ㉖ | Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 27. 6. 2001    |
| ㉗ | Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 19. 3. 2003    |
| ㉘ | Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 11. 9. 2003    |

- ③① Unionspriorität:  
139821                      25. 08. 1998    US
- ⑦③ Patentinhaber:  
R.J. Tower Corp., Grand Rapids, Mich., US
- ⑦④ Vertreter:  
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen
- ⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,  
LU, MC, NL, PT, SE

- ⑦② Erfinder:  
LOTSPAHL, R., Steven, Cedarburg, US; BIRTCH, R.,  
Wallace, Menomonee Falls, US

⑤④ **VERFAHREN ZUM HYDROFORMEN VON ROHRFÖRMIGEN BAUTEILEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 699 06 093 T 2**

**DE 699 06 093 T 2**

200200

EP99951378.1

T10349

### Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Bauteils mit einer Variation im Umfang oder Durchmesser entlang seiner Länge, wobei das Teil bei der Herstellung von Fahrzeugrahmen verwendet wird. Genauer betrifft die vorliegende Erfindung Konstruktionsbauteile, die durch Hydroformen hergestellt werden, welche im allgemeinen rohrförmig sind und signifikant in Umfang, Maß oder Querschnitt entlang ihrer Längen variieren.

In vielen Fällen ist es notwendig, Konstruktionsbauteile, wie etwa Rahmen oder Befestigungskomponenten, herzustellen, um anderen Einrichtungen insgesamt Halt zu geben. Dies ist insbesondere zutreffend bei der Herstellung und dem Zusammenbau von Fahrzeugen, wie etwa Automobilen, Lastkraftwagen, Geländewagen und dergleichen. Solch ein Fahrzeugrahmen ist dargestellt in U.S.-Patent Nr. 5,149,132 mit dem Titel "Split Rear Truck Frame", das auf den Rechtsnachfolger der vorliegenden Erfindung übertragen ist und hierin durch Bezugnahme miteinbezogen ist. Ein weiteres Beispiel solch eines Lastwagenrahmens und seiner damit zusammenhängenden Befestigungsstrukturen ist zu finden in U.S.-Patent Nr. 5,308,115 mit dem Titel "Vehicle Frame With Overlapped Sections", ebenfalls auf den Rechtsnachfolger der vorliegenden Erfindung übertragen und hierin durch Bezugnahme miteinbezogen.

Ein Fahrzeug wird, zumindest teilweise, dadurch zusammengebaut, daß ein Rahmen konstruiert wird und Komponenten an dem Rahmen befestigt werden. Fahrzeugkomponenten können das Motorgestell, das Aufhängungssystem, Karosserieplatten, Steuerarme, hintere Wagenkastenbeladung, Fahrerkabine, Brems- und Flüssigkeitsleitungen und dergleichen einschließen. Der Rahmen schließt typischerweise zwei im allgemeinen parallele, mit Abstand voneinander angeordnete Längsträger ein, die im wesentlichen über die gesamte Länge des Fahrzeuges laufen. Querträger überbrücken den Abstand zwischen den Längsträgern. Fahrzeugkomponenten werden am Rahmen direkt wie etwa durch Verbolzung, Vernietung oder Verschweißung oder indirekt durch Klammern oder andere Befestigungsstrukturen befestigt.

Typischerweise werden Komponenten dieser Rahmen und Konstruktionsteile hergestellt, indem Plattenstahl zu gewünschten Konfigurationen gestanzt wird. Diese Stanz- oder Herstellungsvorgänge erfordern die Verwendung sehr großer Pressen, die ein Arbeitsstück mit sehr großen Kraftmengen beaufschlagen. Im Stanzvorgang wird Plattenstahl zunächst zu Rohlingen mit einer vorbestimmten Konfiguration geschnitten oder geformt. Die Rohlinge werden dann in eine Presse gegeben und zu einer gewünschten Form gestanzt oder ausgeformt. Lange Stücke oder Rohlinge können zum Beispiel zu einem C-förmigen Träger gestanzt werden. Diese Konfiguration ist dann in der Lage, größere Festigkeit zu verleihen, wenn Beladungen abgestützt oder gehandhabt werden.

Obgleich Stanzvorgänge Komponenten und Teile in einer wirtschaftlichen Weise erzeugen können, existieren mehrere Nachteile. Am signifikantesten ist, daß, beim Stanzvorgang, Wiederholbarkeit und Konsistenz zwischen den Teilen nicht immer erreicht wird. Wenn Metall zu einer gewünschten Form gepreßt wird, neigt es dazu, eine elastische Eigenschaft zu besitzen, die bewirkt, daß das Teil etwas "zurückspringt". Diese Zurückspringeigenschaft ist schwierig vorherzusagen und ist nicht notwendigerweise wiederholbar. Folglich ist eine hohe Wiederholbarkeit gestanzter Komponenten schwierig.

Stanzvorgänge schaffen auch Inkonsistenzen bei der Arbeitshärtung von Teilen. Genauer wird das Teil an den Biegepunkten "gehärtet", wohingegen die restlichen Abschnitte des Teils im allgemeinen nicht betroffen sind. Dies führt zu Inkonsistenzen in den Materialeigenschaften über das Teil, was die Vorhersagbarkeit des Verhaltens des Teiles verkomplizieren kann.

Die Konfiguration von Teilen ist durch Stanz- und Biegevorgänge in gewisser Weise beschränkt. Komplexe Teile mit komplizierten Geometrien können aufgrund von Beschränkungen im Stanzverfahren nicht immer hergestellt werden. Selbst wenn es möglich ist, ein komplexes Teil herzustellen, können viele separate Stanz- und Biegevorgänge erforderlich sein, um die gewünschte Konfiguration zu erreichen, wodurch die Kosten erhöht werden.

Eine Reihe von Teilen des Rahmens oder seiner Komponenten werden vorzugsweise von im allgemeinen rohrförmigen Bauteilen gebildet. Rohrförmige Bauteile sind vorteilhaft, weil sie Festigkeit ohne übermäßiges Gewicht und Kosten bereitstellen und weil sie leicht für die Befestigung an anderen Teilen geeignet sind. Um rohrförmige Teile und andere komplexe Geometrien in einem Teil unter Verwendung eines Stanzverfahrens herzustellen, werden typischerweise zahlreiche einzelne Abschnitte des Teils gestanzt und anschließend miteinander verschweißt. Dieses Schweißverfahren ist jedoch weit davon entfernt, ideal zu sein. Das Verschweißen zahlreicher Komponenten erfordert die Verwendung mehrerer Halte- oder Schweißbefestigungen, um die Teile in angemessener Weise zu konfigurieren. Überdies wird während des eigentlichen Schweißverfahrens aufgrund des Erhitzens und Abkühlens der Teile eine Verwindung erzeugt. Diese Verwindung ist sehr schwer zu steuern und ist nicht notwendigerweise wiederholbar, wodurch Inkonsistenzen zwischen Komponenten geschaffen werden.

Massenproduktion von gestanzten Teilen neigt auch dazu, teuer zu sein. Mehrfachwerkzeuge sind erforderlich, um Mehrfachteile herzustellen. Jedes dieser Werkzeuge muß konsistent geplant und hergestellt werden. Die Verwendung von Mehrfachwerkzeugen kompliziert das

Herstellungsverfahren und erhöht die Kosten des Produktes. Ein zusätzliches Verfahren, das manchmal zur Herstellung von Strukturkomponenten verwendet wird, ist Hydroformen. Beim Hydroformverfahren wird ein nicht-geformtes Teil oder Rohr in eine Form gegeben. Das Innere des Rohres wird dann unter Druck gesetzt, was bewirkt, daß sich das Rohr aufweitet, um gegen die Innenflächen der Form zu stoßen. Durch sorgfältiges Konfigurieren der Form, um die gewünschte Teilekonfiguration zu erfüllen, können so rohrförmige Teile hergestellt werden.

Wie gut bekannt ist, ist das Hydroformen in gewisser Weise beschränkt. Genauer stellt Hydroformen keine brauchbare Herstellungsmethode bereit, wenn weitere Variationen im Querschnitt für das endgültige Teil erforderlich sind. Diese Variationen erfordern eine Aufweitung des nicht-ausgeformten Rohres mit einer Geschwindigkeit oder auf einem Niveau, das typischerweise über annehmbare Niveaus hinausgeht. Daher kann dieses Verfahren nicht ohne weiteres verwendet werden, um solche Teile herzustellen.

Die vorliegende Erfindung verwendet ein sehr unterschiedliches Herstellungsverfahren, um Teile zur Verwendung als verschiedene Konstruktionsbausteine zu formulieren (z.B. Klammern, Rahmen, etc.). Das Verfahren ist so ausgelegt, daß es konsistente Teile produziert, die wiederholbar und konsistent sind, weil wenig Stanzen und Schweißen verwendet wird. Überdies verwendet die vorliegende Erfindung das Verfahren, das rohrförmige Bauteile mit signifikanten Variationen in ihrem Umfang oder Durchmesser entlang ihrer Länge ausformt. "Rohrförmig", wie hierin verwendet, soll ein Bauteil beschreiben, das eine Wand aufweist, die einen Innenraum vollständig oder teilweise umgibt, unabhängig von der Umfangs- oder Randform des Bauteiles.

Gemäß dieser Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Bauteiles mit einer Variation im Umfang oder Durchmesser entlang seiner Länge zur Verfügung gestellt, welches die Schritte umfaßt, daß ein Rohling mit einer vorbestimmten Gestalt bereitgestellt wird, der Rohling zu einem nicht-ausgeformten Rohr mit einer Querschnittsfläche ausgebildet

wird, die entlang seiner Länge variiert, zusammenpassende Kanten des Rohlings verbunden werden, das nicht-ausgeformte Rohr in einen Innenhohlraum in einer Ausformungsform gegeben wird, wobei die Ausformungsform eine vorbestimmte Innenfläche besitzt, die den Innenhohlraum bildet, die Ausformungsform geschlossen wird, um das nicht-ausgeformte Rohr zu umschließen, ein Hochdruckfluid in den Innenraum des nicht-ausgeformten Rohres eingebracht wird, wobei das Hochdruckfluid einen ausreichenden Druck aufweist, um zu bewirken, daß sich das nicht-ausgeformte Rohr so aufweitert, daß es in Kontakt mit den Wänden des Innenhohlraums kommt, wodurch ein ausgeformtes Rohr mit einer Konfiguration gebildet wird, die ähnlich ist zu derjenigen des Innenhohlraums.

Geeigneterweise umfaßt das Verfahren zunächst den Schritt, daß, nach dem Schließen der Ausformungsform und vor dem Einbringen eines Hochdruckfluids, ein Preßstempel benachbart zur Ausformungsform positioniert wird, so daß eine Drucköffnung im Preßstempel in Verbindung mit einem Innenhohlraum des nicht-ausgeformten Rohres steht.

Vorteilhafterweise umfaßt das Verfahren weiter die Bereitstellung eines zweiten Preßstempels benachbart zur Ausformungsform, so daß eine Drucköffnung des zweiten Preßstempels in Verbindung mit einem Innenhohlraum des nicht-ausgeformten Rohres steht, wobei der Preßstempel und der zweite Preßstempel zusammenwirken, um den Schritt des Einbringens von Hochdruckfluid in das Innere des nicht-ausgeformten Rohres zu bewirken.

Vorzugsweise umfaßt das Verfahren den Schritt des Ausstanzens eines Rohlings aus einer Materialplatte, um den Rohling einer vorbestimmten Gestalt zu erhalten.

Vorzugsweise liefert besagter Rohrausformungsschritt ein ausgeformtes Rohr mit einer Querschnittsfläche, die um mehr als zehn Prozent entlang seiner Länge variiert.

Geeigneterweise ist die Wanddicke des nicht-ausgeformten Rohres gleichförmig entlang seiner Länge und die Wanddicke des ausgeformten Rohres ist im wesentlichen gleichförmig entlang seiner Länge.

Vorteilhafterweise ist besagtes nicht-ausgeformte Rohr kegelstumpfförmig.

Geeigneterweise ist besagtes ausgeformte Rohr im allgemeinen kegelstumpfförmig.

Vorteilhafterweise ist ein Abschnitt besagten ausgeformten Rohres zylinderförmig und ein Bereich besagten ausgeformten Rohres kegelstumpfförmig, wobei besagte zylinderförmigen und kegelstumpfförmigen Abschnitte kontinuierlich ineinander übergehen.

Vorzugsweise schließt besagtes ausgeformte Rohr einen Bereich mit einem Durchmesser ein, der mehr als 10 Prozent größer ist als der kleinste Durchmesser besagten nicht-ausgeformten Rohres.

Geeigneterweise schließt besagtes ausgeformte Rohr einen Bereich mit einer Querschnittsfläche ein, die mehr als 10 Prozent größer ist als die kleinste Querschnittsfläche besagten nicht-ausgeformten Rohres.

Im Verfahren der vorliegenden Erfindung werden rohrförmige Bauteile unter Verwendung eines Druckverfahrens, das als Hydroformen bekannt ist, hergestellt. Typischerweise beginnt das Verfahren mit einem einfachen Rohr, das in eine gewünschte Länge zugeschnitten ist. Dieses vorgeformte Rohr wird so ausgebildet, daß es einen Durchmesser besitzt, der ungefähr gleich dem kleinsten Durchmesser der fertiggestellten Rohrform ist. Das Rohr wird dann in eine Hydroformungsform gegeben, die so konfiguriert ist, daß sie das Rohr vollständig umschließt. Nachdem sie in die Hydroformungsform gegeben ist, wird ein Fluid vorgelegt und unter Druck in das Rohr gepreßt, wodurch die teilweise oder vollständige Aufweitung des



Rohres bewirkt wird. Schließlich wird das ausgeformte Rohr aus der Form entfernt und in die gewünschte Länge zugeschnitten.

Die Fähigkeit eines Rohres, sich unter Hydroformen aufzuweiten, hängt von vielen Faktoren ab, einschließlich dem verwendeten Material, der Wanddicke, des spezifischen verwendeten Hydroformungsverfahrens und der im resultierenden Teil erforderlichen Festigkeit. Typischerweise ist ein Metallrohr in der Lage, sich während des Hydroformungsverfahrens in einem vernünftigen Umfang über seinen Durchmesser aufzuweiten. Eine größere Aufweitung kann zu schwachen oder dünnen Wänden im resultierenden ausgeformten Rohr führen. Auch kann das resultierende ausgeformte Rohr eine ziemlich komplexe Gestalt besitzen. Diese Gestalt ist jedoch beschränkt, so daß sie relativ geringe Variationen im Durchmesser entlang ihrer Länge besitzt, wenn das vorgeformte Rohr zylindrisch ist. Das bedeutet, daß, da das vorgeformte Rohr einen Durchmesser haben muß, der ungefähr gleich dem kleinsten Durchmesser des gewünschten fertiggestellten Rohres ist, und da das Rohr nur in der Lage ist, sich in einem vernünftigen Umfang aufzuweiten, das resultierende Rohr nur beschränkte Variationen im Durchmesser zwischen seinem kleinsten Abschnitt und seinem größten Abschnitt aufweisen kann. Bei vielen Anwendungen ist diese Variation beschränkt auf Veränderungen von nur 10 Prozent oder weniger.

Um ein Teil auszuformen, das signifikante Variationen in seinem Umfang, Variationen in der Querschnittsfläche, Variationen im Maß entlang seiner Länge oder Variationen im Durchmesser entlang seiner Länge aufweist, beginnt die vorliegende Erfindung mit dem Ausbilden eines nicht-zylindrischen Metallrohres. Dieses nicht-zylindrische Rohr wird gebildet, indem zunächst aus einer Materialplatte ein Rohling gestanzt wird. Der Rohling besitzt eine Gestalt, die, wenn sie gewalzt oder ausgeformt wird, so daß ihre Längskanten sich treffen, "ein Rohr" mit einem variierten Durchmesser oder Umfang entlang seiner Länge bildet. In einer Beispielkonfiguration wird ein Rohling, der ausgeformt ist wie ein abgeschnittenes Tortenstück, so gewalzt oder ausgeformt, daß ein kegelstumpfförmiges vorgeformtes Rohr gebildet wird. Das resultierende vorgeformte kegelförmige Rohr kann anschließend um etwa zehn Prozent an allen gewünschten Punkten entlang seiner Länge

aufgeweitet werden, was zu einem fertiggestellten ausgeformten Rohr führt, das Variationen im Durchmesser aufweisen kann, die zehn Prozent übersteigen. Mit anderen Worten kann das Hydroformungsverfahren, indem man mit einem vorgeformten Rohr beginnt, das die gewünschte resultierende Gestalt ungefähr widerspiegelt, verwendet werden, um relativ komplex ausgebildete Teile herzustellen, die signifikante Variationen in ihrem Durchmesser oder Umfang entlang ihrer Länge besitzen.

Das Verfahren des Hydroformens ist zu besserer Wiederholbarkeit und Präzision in der Konfiguration des ausgeformten Produktes in der Lage. Folglich wird ein sehr viel wiederholbareres und effizienteres Verfahren geschaffen. Während des Verfahrens wird das Metallrohr vollständig in die Konfiguration der Form gedehnt. Dies eliminiert das Zurückspringen, das man typischerweise im Stanzverfahren antrifft. Wenn überdies eine komplexere Form verwendet werden kann, wird die Notwendigkeit zum Schweißen beträchtlich verringert und/oder eliminiert. Weil wenig Schweißen verwendet wird, treten die damit zusammenhängenden Verwindungen nicht auf.

Damit die Erfindung leichter verstanden werden kann und damit weitere Merkmale derselben anerkannt werden können, wird die Erfindung nunmehr beispielhaft unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben werden, in denen:

FIGUR 1 eine Draufsicht eines Rohlings ist, der verwendet wird, um ein vorgeformtes Rohr gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung auszubilden,

FIGUR 2 eine Seitenansicht eines vorgeformten Rohres ist, das durch Biegen, Walzen oder anderweitiges Verarbeiten des Rohlings von Figur 1 ausgebildet ist, so daß seine Längskanten sich treffen, gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung,

FIGUR 3 eine Explosionsansicht ist, die die Hydroformungsform und das vorgeformte Rohr in der offenen Position der Form zeigt,

FIGUR 4 eine Seitenansicht eines ausgeformten Rohres ist, das gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung ausgeformt ist,

FIGUR 5 eine alternative Gestalt für einen vorgeformten, im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zu verwendenden Rohling zeigt und

FIGUR 6 eine alternative Gestalt für ein vorgeformtes Rohr zur Verwendung in einem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

In den Zeichnungen werden gleiche Bezugszeichen durchgängig verwendet, um entsprechende Elemente in mehreren Ansichten zu identifizieren.

Die Zeichnungen stellen einen Teil der Beschreibung dar und veranschaulichen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Man wird verstehen, daß in einigen Fällen relative Komponenten- und Materialdicken dargestellt sein können, die übertrieben sind, um die Erläuterung zu erleichtern.

Das Verfahren zur Herstellung eines ausgeformten rohrförmigen Bauteils 10, wie dasjenige, das in Figur 4 dargestellt ist, beginnt mit einem Rohling 15, der aus einer Metallplatte, wie etwa Stahl, Aluminium oder Legierung, oder einem anderen geeigneten Material ausgestanzt wird. Der in Figur 1 dargestellte Rohling ist grob wie ein abgeschnittenes Tortenstück ausgebildet, wobei ein Ende 16 im allgemeinen kleiner in der Breite ist als das gegenüberliegende Ende 17. Der Rohling 15 ist im allgemeinen eben und hat gegenüberliegende Längskanten 19 und 20. Der Rohling 15 erweitert sich allmählich von seinem kleinen Ende 16 zu seinem größeren Ende 17. Die Längskanten 19 und 20 werden

zusammenpassende Kanten, wenn der Rohling 15 in einer in der Technik bekannten Weise um seine Längsachse herum verformt wird. Zum Beispiel kann eine 3- oder 4-Wälzen-Walzmaschine verwendet werden, um Rohling 15 so zu walzen, daß sich die Kanten 19 und 20 treffen.

Wenn der Rohling 15 erst einmal zu der gewünschten "Rohr"-Gestalt ausgeformt ist, wie dargestellt in Figur 2, werden die zusammenpassenden Kanten 19 und 20 mit einem in der Technik bekannten Verfahren, daß für das Material des Rohres geeignet ist, wie etwas Gas-Metall-Lichtbogenschweißung, Hochfrequenzschweißung, Quetschnahtschweißung oder dergleichen, miteinander verschweißt. Das vorgeformte Rohr 25 ist im allgemeinen kegelstumpfförmig, wobei es sich von einem Abschnitt 28 mit einem kleinen Durchmesser zu einem Ende mit einem größeren Durchmesser aufweitet. Das vorgeformte Rohr 25 besteht im allgemeinen aus einer Wand 30, die einen Innenraum 21 umschließt.

Als nächstes wird das vorgeformte Rohr 25 in eine Hydroformungsform 35 gegeben, wie dargestellt in Figur 3. Das Rohr 25 ist ein geeignetes Stück, um in die Hydroformungsform 35 hineinzupassen. Die untere Hälfte 37 und die obere Hälfte 39 der Hydroformungsform 35 werden dann um das vorgeformte Rohr herum geschlossen. Beide Enden der Hydroformungsform 35 sind so konfiguriert, daß sie eine kreisförmige Öffnung aufweisen, um das Einführen eines ersten Stempels 40 oder eines zweiten Stempels 41 zu ermöglichen. In einer Ausführungsform der Erfindung werden zwei Stempel 40 und 41 verwendet, wobei einer an jedem Ende der Hydroformungsform 35 angeordnet ist. In dieser Ausführungsform wird der erste Stempel 40 in die Öffnung der Hydroformungsform 35 eingeführt und ein Fluid über eine zentrale Öffnung 45 injiziert. Dieses Fluid bewirkt, daß die gesamte Luft aus dem rohrförmigen Bauteil 25 herausgespült wird. Als nächstes wird, während dieses Fluid noch strömt, der zweite Stempel 41 in das gegenüberliegende Ende der Hydroformungsform 35 eingeführt. Die Hydroformungsform 35 und der erste und der zweite Stempel 40 und 41 schaffen eine geschlossene Kammer, die einen Hochdruckzyklus ermöglichen wird.

Das Fluid wird bis zu hohem Druck unter Druck gesetzt, was bewirkt, daß das kreisförmige Rohr sich aufweitet, bis es auf eine Innenwand 50 der Form trifft. Wenn dieses Verfahren abgeschlossen ist, wird der Druck abgelassen und die Stempel 40 und 41 werden herausgezogen, wodurch ermöglicht wird, daß das ausgeformte Rohr entnommen werden kann. Um das ausgeformte Rohr zu entnehmen, werden die obere und die untere Hälfte der Form 37 und 39 getrennt, wodurch die Form 35 geöffnet wird.

Wie oben angemerkt, schließt die Form 35 von Figur 3 eine obere und eine untere Hälfte 39 und 37 ein. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Form 35 aus zahlreichen Abschnitten gebildet. Form 35 könnte zum Beispiel so konfiguriert sein, daß sie vier separate Abschnitte aufweist, Oberteil, Bodenteil und zwei Seitenteile. Die Verwendung einer mehrstückigen Form in dieser Ausführungsform ist besser daran angepaßt, die Entnahme eines ausgeformten Rohres zu ermöglichen. Genauer können bestimmte Konfigurationen von ausgeformten Rohren dazu neigen, in Bereichen von Form 30 eingekeilt zu werden. Durch Verwendung mehrerer Abschnitte, um Form 35 zu bilden, kann dieses Einkeilen oder Anhaften vermieden werden. Zusätzlich wird unabhängige Manipulation jedes Formabschnittes die Flexibilität während des Herstellungsverfahrens erhöhen.

Figur 4 veranschaulicht ein ausgeformtes Rohr 55, das aus dem Rohling hergestellt ist, der in Figur 1 dargestellt ist. Das ausgeformte Rohr 55 schließt einen oder mehrerer Vorsprünge 60 in seiner äußeren Umfangsfläche ein. Allgemein verjüngt sich die Gestalt des ausgeformten Rohres 55 von seinem größeren Ende 63 zu seinem kleineren Ende 62. Die Gestalt des ausgeformten Rohres 55, die in Fig. 4 dargestellt ist, ist beispielhaft für die ausgeformten Rohre, die mit dem Verfahren der vorliegenden Erfindung ausgeformt werden können. Man wird verstehen, daß die Gestalt eines ausgeformten Rohres abhängig ist von der Gestalt der Innenwand der Form 35, die ihrerseits durch gewünschte Konfiguration des resultierenden Teils bestimmt wird. Ein fertiggestelltes ausgeformtes Rohr, das gemäß dem beschriebenen Verfahren hergestellt ist, kann zum Beispiel im allgemeinen rechteckig im Querschnitt sein, statt im allgemeinen kreisförmig im Querschnitt.

Durch Verwendung eines vorgeformten nicht-zylindrischen Rohres im Hydroformungsverfahren ist es möglich, Variationen im Durchmesser des fertiggestellten Rohres zu erreichen, die zehn Prozent übersteigen können oder welches Ausmaß auch immer unter denselben Bedingungen mit einem zylindrischen Rohr hätte erreicht werden können. Überdies kann größere Konsistenz in der Dicke der Wand des fertiggestellten Rohres erreicht werden, indem man mit einem vorgeformten Rohr beginnt, das im allgemeinen oder grob der gewünschten Gestalt des fertiggestellten Rohres entspricht oder diese widerspiegelt. Alternativ kann die Dicke, oder das Maß, der Wand enger gesteuert werden unter Verwendung des oben beschriebenen vorgeformten nicht-zylindrischen Rohres. Folglich können Variationen in der Dicke leicht erreicht werden.

Die Figuren 5 und 6 zeigen alternative Beispiele von Gestalten für Rohlinge, die in dem oben beschriebenen Verfahren verwendet werden können. Figur 5 zeigt einen Rohling 65, der einen ersten im allgemeinen rechteckigen Abschnitt 66 besitzt, der an einen zweiten ausgebauchten Abschnitt 67 grenzt, der seinerseits an einen weiteren rechteckigen Abschnitt 68 grenzt. Rohling 65 hat zusammenpassende Kanten 69 und 70, die zusammenpassen, wenn der Rohling ausgeformt wird, um ein im allgemeinen rohrförmiges Bauteil zu bilden.

Figur 6 zeigt einen Rohling 71 mit einem im allgemeinen rechteckigen Abschnitt 72, der an einen sich verbreiternden Abschnitt 73 grenzt. Rohling 71 hat gegenüberliegende Längskanten 74 und 75, die zusammenpassen, wenn der Rohling 71 zu einem im allgemeinen rohrförmigen Bauteil gewalzt wird.

Verschiedene Parameter können für den Druckvorgang der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Verschiedene Druckniveaus können zum Beispiel in Abhängigkeit von den Materialien und Konfigurationen, die erhalten werden, verwendet werden. Die tatsächlichen verwendeten Druckniveaus fallen typischerweise zwischen 5.000 psi und 30.000 psi. Die Erfindung soll jedoch nicht auf diesen Druckbereich beschränkt sein.

Das Hydroformungsverfahren hat zahlreiche Vorteile, einschließlich der Eliminierung vieler Defizite und Nachteile früherer Herstellungsverfahren. Wie man aus der obigen Beschreibung sehen kann, ist jedes ausgeformte Rohr unter Druck gesetzt worden, um sich an die Gestalt und Konfiguration der Forminnenwände 50 anzupassen. Folglich wird jedes Produkt wiederholbar und konsistent sein, da dieselbe Form wiederholt verwendet werden wird.

Man wird verstehen, daß, obgleich zahlreiche Eigenschaften und Vorteile der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in der vorstehenden Beschreibung, zusammen mit Details der Struktur und Funktion der Erfindung, dargelegt worden sind, die Offenbarung nur beispielhaft ist und die vorliegende Erfindung in einer Vielzahl von Formen innerhalb der Prinzipien der Erfindung sich in dem vollen Umfange verkörpern kann, der durch die breite allgemeine Bedeutung der Begriffe angegeben wird, in denen die beigefügten Ansprüche ausgedrückt sind. Die obigen Beschreibungen können daher nicht als beschränkend interpretiert werden, sondern stattdessen als eine Grundlage für die Ansprüche und als eine Grundlage, um Fachleuten die Erfindung zu lehren, die durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Aus dem Vorstehenden wird man anerkennen, daß die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung und Ausformung von rohrförmigen Bauteilen in einer wiederholbaren konsistenten Weise ist. Diese Wiederholbarkeit und Konsistenz wird erreicht durch die Verwendung des Hydroformungsverfahrens. Man sollte verstehen, daß die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung und Ausformung von rohrförmigen Bauteilen mit einer signifikanten Variation im Umfang oder im Durchmesser entlang ihrer Länge ist. Man sollte anerkennen, daß in einer Ausführungsform die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Teils bereitstellt, das Variationen im Maß entlang der Länge eines Teils aufweist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung und Ausformung von rohrförmigen Bauteilen mit einer Durchmesservariation von mehr als 10

Prozent entlang seiner Länge. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung verringern die Herstellungskosten bei der Herstellung von Konstruktionskomponenten. Das bevorzugte Verfahren der Erfindung kann verwendet werden, um wiederholbare, konsistente Teile herzustellen.

In der vorliegenden Beschreibung bedeutet "umfaßt" "schließt ein oder besteht aus" und "umfassend" bedeutet "einschließlich oder bestehend aus".



200203

EP99951378.1

T10349

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines rohrförmigen Bauteils mit einer Variation im Umfang oder Durchmesser entlang seiner Länge, welches die Schritte umfaßt, daß ein Rohling (15) mit einer vorbestimmten Gestalt bereitgestellt wird, der Rohling zu einem nicht-ausgeformten Rohr mit einer Querschnittsfläche ausgebildet wird, die entlang seiner Länge variiert, zusammenpassende Kanten (19, 20) des Rohlings verbunden werden, das nicht-ausgeformte Rohr in einen Innenhohlraum einer Ausformungsform (25) gegeben wird, wobei die Ausformungsform eine vorbestimmte Innenfläche besitzt, die den Innenhohlraum bildet, die Ausformungsform geschlossen wird, um das nicht-ausgeformte Rohr zu umschließen, ein Hochdruckfluid in den Innenhohlraum des nicht-ausgeformten Rohres eingebracht wird, wobei das Hochdruckfluid genügend Druck aufweist, um zu bewirken, daß das nicht-ausgeformte Rohr sich so aufweitet, daß es in Kontakt mit den Wänden des Innenhohlraums kommt, wodurch ein ausgeformtes Rohr mit einer Konfiguration gebildet wird, die ähnlich ist zu derjenigen des Innenhohlraums.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es weiter den Schritt umfaßt, daß, nach dem Schließen der Ausformungsform und vor dem Einbringen eines Hochdruckfluids, ein Pressstempel (40) benachbart zur Ausformungsform positioniert wird, so daß eine Drucköffnung im Pressstempel in Verbindung mit einem Innenhohlraum des nicht-ausgeformten Rohres steht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es weiter die Bereitstellung eines zweiten Pressstempels (41) benachbart zur Ausformungsform umfaßt, so daß eine Drucköffnung des zweiten Pressstempels in Verbindung mit einem Innenhohlraum des

nicht-ausgeformten Rohres steht, wobei der Pressstempel und der zweite Pressstempel zusammenwirken, um den Schritt des Einbringens von Hochdruckfluid in das Innere des nicht-ausgeformten Rohres zu bewirken.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch den Schritt des Ausstanzens eines Rohlings aus einer Materialplatte, um den Rohling (15) mit einer vorbestimmten Gestalt zu erhalten.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausformungsform eine Mehrzahl von Komponenten (37, 39) aufweist, von denen jede unabhängig positionierbar ist, um den Innenhohlraum zu bilden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß besagter Rohrausformungsschritt ein ausgeformtes Rohr mit einer Querschnittsfläche liefert, die um mehr als 10 Prozent entlang seiner Länge variiert.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke des nicht-ausgeformten Rohres gleichförmig entlang seiner Länge ist und daß die Wanddicke des ausgeformten Rohres im wesentlichen gleichförmig entlang seiner Länge ist.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß besagtes nicht-ausgeformte Rohr kegelstumpfförmig ist.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß besagtes ausgeformte Rohr im allgemeinen kegelstumpfförmig ist.

39.02.03

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Abschnitt besagten ausgeformten Rohres zylinderförmig ist und ein Abschnitt besagten ausgeformten Rohres kegelstumpfförmig ist, wobei besagte zylinderförmige und kegelstumpfförmige Abschnitte kontinuierlich ineinander übergehen.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß besagtes ausgeformte Rohr einen Abschnitt mit einem Durchmesser einschließt, der mehr als 10 Prozent größer ist als der kleinste Durchmesser besagten nicht-ausgeformten Rohres.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß besagtes ausgeformte Rohr einen Abschnitt mit einer Querschnittsfläche einschließt, die mehr als 10 Prozent größer ist als die kleinste Querschnittsfläche besagten nicht-ausgeformten Rohres.

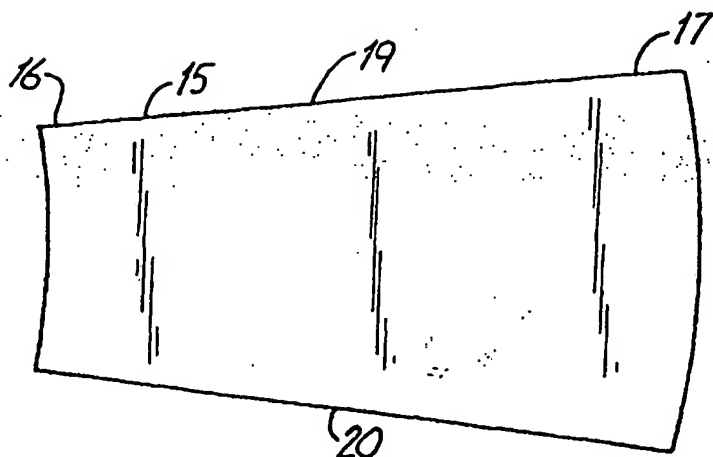


Fig. 1

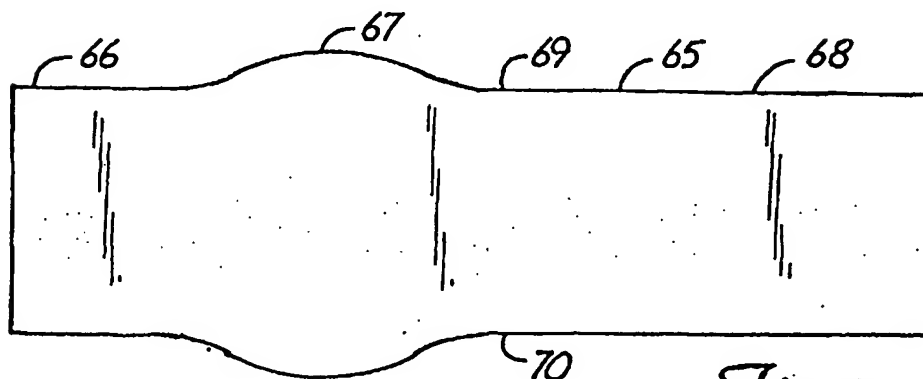


Fig. 5

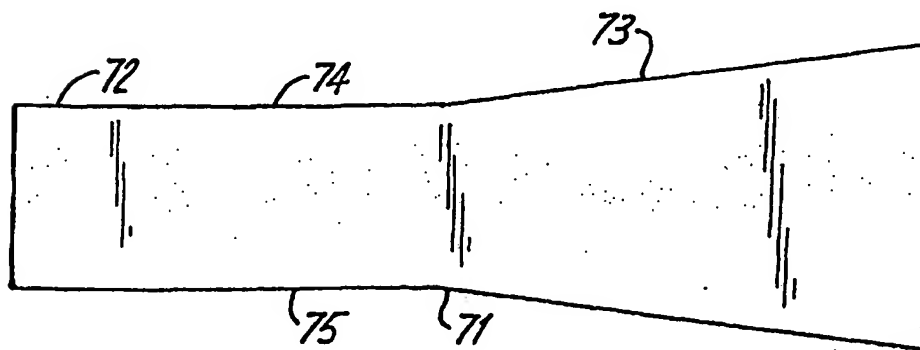


Fig. 6

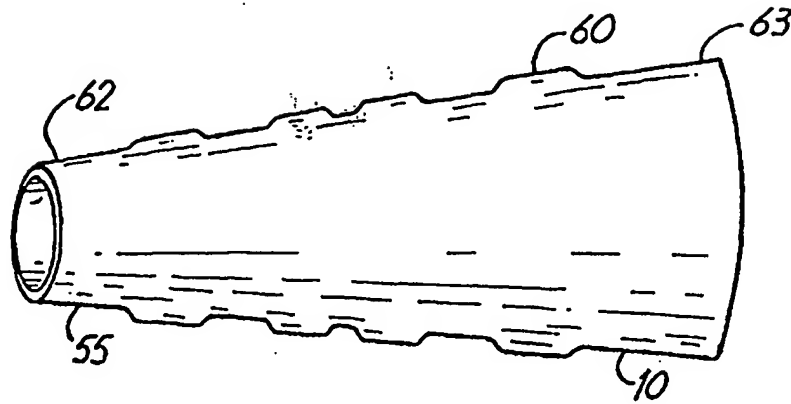


Fig. 4

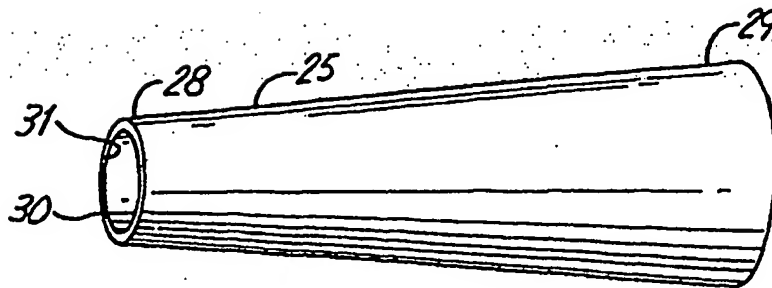


Fig. 2

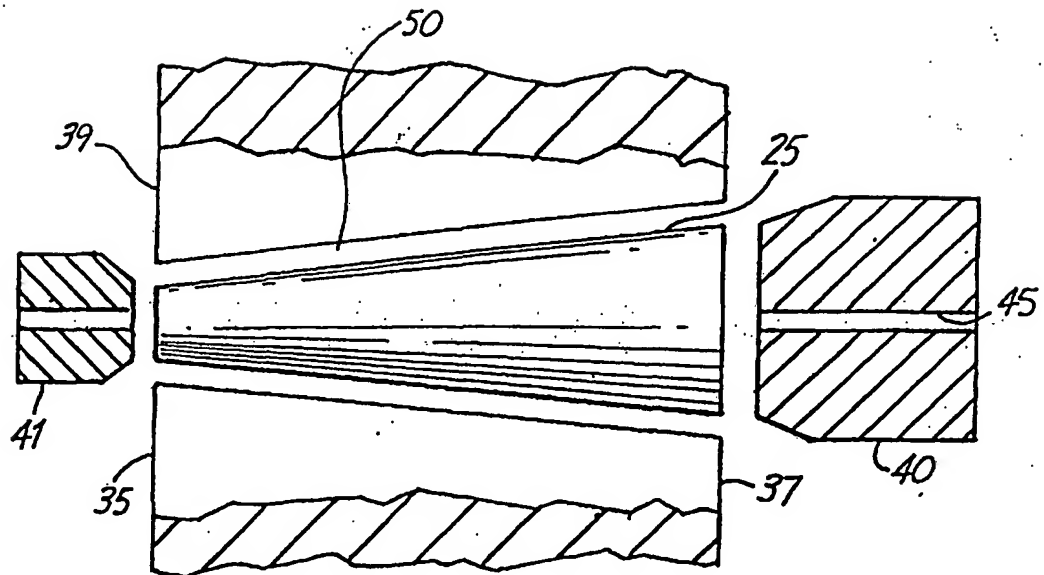


Fig. 3